



Uniwersytet Kardynała Stefana  
Wyszyńskiego w Warszawie

Prof. dr hab. Konrad Raczkowski  
Instytut Ekonomii i Finansów UKSW  
ul. Dewajtis 5  
01-815 Warszawa  
website: [www.konradraczkowski.info](http://www.konradraczkowski.info)  
email: [raczkowski.konrad@gmail.com](mailto:raczkowski.konrad@gmail.com)  
email: [k.raczkowski@uksw.edu.pl](mailto:k.raczkowski@uksw.edu.pl)

**Recenzja rozprawy doktorskiej mgr Radosława Marłęgi**

pt.

**„IDENTYFIKACJA I METAIDENTYFIKACJA SYSTEMU ZARZĄDZANIA  
TOWAROWĄ GIEŁDĄ ENERGII ELEKTRYCZNEJ”**

napisanej pod kierunkiem naukowym

**dr hab. inż. Jerzego Tchórzewskiego, prof. uczelni**

oraz promotora pomocniczego

**dr hab. inż. Arkadiusza Jurczuka**

**Wstęp**

Niniejsza recenzja rozprawy doktorskiej mgr. Radosława Marłęgi została opracowana na podstawie pisma dr hab. inż. Katarzyny Halickiej, prof. PB – Dziekana Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej (WIZ.4130.1.2023). Przedmiotem oceny są obszary uznane za kluczowe według Ustawy Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce z dnia 20 lipca 2018r. (Dz.U. z 2018 r., poz. 1668, art.187) i dotyczą:

- znaczenia podjętego problemu naukowego, jego oryginalności, również w kontekście rozwiązania,
- ogólnej wiedzy teoretycznej Doktoranta z zakresu dyscypliny nauki o zarządzaniu i jakości,
- umiejętności oraz dojrzałości Doktoranta w zakresie samodzielnego prowadzenia pracy naukowej.

Doktorant w recenzowanej rozprawie słusznie dowodzi, iż modelowanie procesów biznesowych na rynku energii elektrycznej, w tym na Rynku Dnia Następnego (RDN), jako rynku spot dla energii elektrycznej w Polsce jest kluczowym podsystemem ustalania cen bilateralnych, gdzie jego identyfikacja, modelowanie i zarządzanie wypełniają system zarządzania Towarowej

Giędy Energii S.A. Jednocześnie prawidłowo stwierdza, iż „wzrost zainteresowania modelowaniem systemu Rynku Energii Elektrycznej (REE) wiąże się z dynamicznie zmieniającymi się uwarunkowaniami międzynarodowymi, w tym zmianami strukturalnymi wywołanymi początkowo przez SARS COVID-19, a następnie przez kryzys energetyczny wywołany konfliktami międzynarodowymi o zasoby energii”. Potwierdzenie takiego stanowiska odnaleźć można zarówno w klasyfikacji samych modeli biznesowych (np.: Linz, C.; Müller-Stewens, G.; Zimmermann, A. *Radical Business Model Transformation: How Leading Organizations Have Successfully Adapted to Disruption*; Kogan-Page: London, UK, 2020; 368p), jak i problemach REE szeroko opisanych w literaturze przedmiotu (np.: Gitelman L, Kozhevnikov M. *New Business Models in the Energy Sector in the Context of Revolutionary Transformations. Sustainability.* 2023; 15(4):3604. <https://doi.org/10.3390/su15043604>, Global Impact of war in Ukraine: Energy crisis, UN, August 2022, czy: What Think Tanks are Thinking: Russia’s war on Ukraine fuels Energy crisis, European Parliament, Brussels, 14 September 2022).

Z tego względu podjęta w niniejszej dysertacji tematyka badawcza wypełnia lukę badawczą dotyczącą identyfikacji i metaidentyfikacji systemu Rynku Dnia Następnego w zarządzaniu Towarową Giełdą Energii Elektrycznej, z wykorzystaniem danych godzinowych w okresie półrocznym i rocznym. Dotyczy także problemu modelowania i metamodeli RDN, jego wyceny, waloryzacji oraz prognozowania cen RRE, oraz ich wpływu na zapotrzebowanie społeczne związane z czystą energią, przestrzenną organizacją produkcji, czy wdrażaniem spersonalizowanych usługach wiedzochłonnych. **Podjęta tematyka lokuje rozprawę doktorską w dyscyplinie nauki o zarządzaniu i jakości zarówno w subdyscyplinie zarządzanie strategiczne (modele biznesowe) oraz zarządzanie procesami i projektami, jak i na poziomie zarządzania operacyjnego, w zakresie wspomaganie decyzji kierowniczych. Ważnym i cennym uzupełnieniem interdyscyplinarnym pracy jest wykorzystanie dziedziny nauk inżynierijno-technicznych w dyscyplinie naukowej inżynieria środowiskowa, górnictwo i energetyka, w subdyscyplinie inżynieria systemów.**

Niewątpliwym nowatorstwem podjętej tematyki badawczej jest prognostyczne modelowanie systemu RDN, z uwagi na posiadany przez Doktoranta metamodel, co pozwala generować prognozy cen energii elektrycznej. Szczególnie należy podkreślić, iż w dotychczasowym dorobku literatury międzynarodowej, brak jest jakichkolwiek wyników badań dotyczących metamodelowania identyfikacyjnego systemów, zwłaszcza metamodeli RDN w takich szeregach czasowych, które zostały zaprezentowane w rozprawie.

## 1. Ogólna charakterystyka rozprawy

Recenzowana praca doktorska składa się z wykazu definicji, skrótów i oznaczeń, wprowadzenia, siedmiu rozdziałów, podsumowania, wniosków i kierunków dalszych badań, literatury (262 pozycje) oraz wykazu rysunków (62), wykazu tabel (35), a także trzech dodatków (A – model systemu Rynku Dnia Następnego; B – model symulacyjny Rynku Dnia Następnego, C – wyniki badań jakości modeli systemu Rynku Dnia Następnego), zredagowanych na łącznie 238 stronach.

Praca jest bardzo dobrze udokumentowana. Pracę wyróżnia staranna szata graficzna, w tym czytelne i dobrze opisane wykresy oraz rysunki. Rozprawa jest napisana z dbałością zarówno o poprawność językową, jak i estetyczną formę układu treści.

## 2. Ocena metodyki prowadzenia badań

Projekt przyjętej metodyki badawczej oraz zdeterminowany tym wyborem zestaw danych metod badawczych powinien być ściśle skorelowany z określonymi problemami badawczymi, celem, oraz przyjętymi hipotezami.

Doktorant zastosował relacyjne ujęcie problemu badawczego, który wskazuje na istnienie pewnych zmiennych, które mają być zbadane, jednak sam problem sformułował w modernistycznej konstrukcji celu, kosztem pytania badawczego: „podstawowym problemem badawczym (naukowym) rozwiązywanym w niniejszej rozprawie doktorskiej jest przeprowadzanie modelowania identyfikacyjnego (zwanego krócej: identyfikacją) i modelowania metaidentyfikacyjnego (zwanego krócej: metaidentyfikacją), na gruncie teorii i inżynierii systemów, w tym z wykorzystaniem zwłaszcza inżynierii systemów zarządzania w zakresie ujęcia systemu Rynku Dnia Następnego Towarowej Giełdy Energii S.A. jako systemu zarządzania” (s. 12-13). Jednocześnie dodatkowy problem badawczy również został przedstawiony w formie diagnostyczno-informacyjnej, kosztem pytania badawczego. Należy przy tym zaznaczyć, iż problem badawczy może być sformułowany w formie pytania badawczego lub celu – oba podejścia są prawidłowe, jednak w dalszej części rozprawy Doktorant sformułował cel ogólny oraz cele szczegółowe (s. 13-14). Istotnie sformułowane cele wyjaśniają problem, ale z racji wskazania 8 celów szczegółowych oraz 2 hipotez **nasuwa się pytanie: które problemy badawcze wskazane w rozprawie można przypisać do konkretnych celów badawczych oraz hipotez w układzie korelacyjnym?**

W recenzowanej rozprawie Doktorant wskazał na 4 katalogi danych, których używał, zatem można przyjąć, że badania dotyczyły lat 2013-2020 (s. 58-59), a niektóre niezharmonizowane katalogi danych (np.: s. 20, s. 22) należałoby przypisać do danego okresu objętego badaniami.

Szczególnie cenny z metodycznego punktu widzenia jest opisany szczegółowo proces badawczy zastosowany w procedurze badawczej, składający się z 8 etapów (s. 52-53) oraz przyjęte 24 zadania badawcze (tab. 3.1) – które w tej części zostały skorelowane z celami naukowymi, pytaniami badawczymi oraz formą badań. Doktorant w tej części pracy sformułował natomiast (i słusznie) 8 celów szczegółowych. **Rodzi się zatem pytanie: jaki związek korelacyjny posiadają 2 cele szczegółowe określne we wstępie rozprawy z 8 celami szczegółowymi wyrażonymi w tej części pracy?** (ss. 53-58).

„Modelowanie neuronalne Rynku Dnia Następnego przeprowadzono w oparciu o trzy modele sztucznych sieci neuronowych, tj.: Perceptronowej Sztucznej Sieci Neuronowej (tzw. Multi Layer Perceptron), Rekurencyjnej SSN oraz Radialnej SSN. W wyniku modelowania neuralnego otrzymano 1 191 modeli RDN, które zostały poddane ocenie według kryterium najmniejszego błędu MSE oraz według wskaźnika determinacji R<sup>2</sup>” (s. 45) – co jest podejściem właściwym i zasadnym.

Recenzowana część metodyczna rozprawy cechuje się wnikliwością dociekań oraz kompleksowym podejściem, a prezentowane wyniki badań posiadają walor użyteczności dla praktyki obrotu gospodarczego, nie tylko w kontekście Rynku Dnia Następnego, czy Towarowej Giełdy Energii – ale również zarządzania strategicznego w gospodarce.

### 3. Merytoryczna ocena pracy

W ocenie merytorycznej rozprawy przedstawione zostaną najważniejsze cząstkowe opinie o zawartości merytorycznej poszczególnych rozdziałów wraz z oceną całościową dysertacji. Struktura rozprawy nie budzi zastrzeżeń. W rozdziale pierwszym Autor zaprezentował Rynek Dnia Następnego TGE S.A., jako system zarządzania, przedstawiając systemowe ujęcie REE w Polsce, TGE S.A., jako podsystem na REE i wreszcie Rynek Dnia Następnego, jako system zarządzania. W kontekście rys. 1.2. (s. 22) Średniodobowe ceny energii elektrycznej w transakcjach SPOT mierzone indeksem IRDN24 [zł/MWh]..., a także biorąc pod uwagę obowiązujące od 31 lipca 2019 r. zmiany w Szczegółowych Zasadach Rozliczeń rynków prowadzonych przez Towarową Giełdę Energii S.A. zastępujące m.in. indeks IRDN24 – indeksem TGeBase, **zasadnym jest wskazanie przez Doktoranta, którym indeksem były liczone wartości przedstawione na wykresie 1.2 po dniu 31 lipca 2019 r.?**

Rozdział drugi przedstawia modelowanie identyfikacyjne w ujęciu systemowym. Doktorant prawidłowo opisał istotę procesu identyfikacji, modeli systemowych (w tym modelowania i metamodelowania systemów TGE S.A. rys. 2.5), modelowania identyfikacyjnego systemu RDN. Nie bez znaczenia jest krytyczny przegląd literatury przedmiotu z zakresu metod modelowania RDN, co pozwoliło Doktorantowi zidentyfikować główne źródła niespójności, jak i luki poznawcze.

Wartościowym uzupełnieniem rozdziału jest przedstawienie studium porównawczego wybranych metod/modeli RDN (ss. 47-49).

Rozdział trzeci odnosi się do metodyki badań identyfikacyjnych i metaidentyfikacyjnych systemu RDN. To w tym rozdziale Autor przedstawił szczegółowy i rzetelny opis procesu badań, definiując trzy podstawowe kategorie badawcze, jak efektywność, skuteczność i krzepkość RDN, również w ujęciu systemowym. Rodzi się w tym miejscu pytanie: **jak interpretować i definiować efektywność, skuteczność i krzepkość RDN w kontekście paradygmatu funkcjonalistycznego (inaczej: funkcjonalistyczno-systemowego) według G. Burrella i G. Morgana?**

Rozdział czwarty przedstawia identyfikację systemu RDN TGE S.A. na bazie przyjętych założeń i z uwzględnieniem czterech grup danych, w ramach 9 aksjomatów. Autor wygenerował 840 modeli, obejmujących 35 okresów, po 184 dni.

W rozdziale piątym zaprezentowano metaidentyfikację systemu RDN TGE S.A (24 modele o 24 zmiennych wejściowych).

Rozdział szósty przedstawia model symulacyjny RDN, badania komparatystyczne wraz z badaniami wrażliwości modelu oraz wyniki badania efektywności, skuteczności i krzepkości zarówno modelu, jak i systemu RDN (głównie przy użyciu MATLABA i Simulink).

Rozdział siódmy odnosi się do badań i interpretacji parametrów oraz badania jakości modeli, w zależności od wolumenu energii elektrycznej w latach 2013-2020. To tutaj Doktorant zaprezentował zestawienie efektywności w zależności od wolumenu ee dla godzin 6,12, 18, 24 (w roku 2019), czy skuteczność w funkcji zasobów dla stałej średnioważonej wolumenem ceny ee i stałej efektywności realizacyjnej modelu systemu RDN (podobnie, jak krzepkość w funkcji danego wolumenu).

Podsumowanie, wnioski i kierunki dalszych badań dowodzą realizacji postawionych ośmiu celów rozprawy, a postawione hipotezy zostały zweryfikowane pozytywnie. Ważnym z teoretycznego i pragmatycznego punktu widzenia jest właściwie sformułowany wniosek Doktoranta, iż „Otrzymywane modele systemu RDN mogą służyć jako wiarygodne źródło danych w budowie bazy wiedzy dla potrzeb metaidentyfikacji, a nie wyłącznie wprost jako modele do prognozowania, planowania, czy też programowania przyszłych stanów systemu RDN jako elementu zarządzania, co jest aktualnie ważnym wyzwaniem z punktu widzenia wszystkich uczestników TGE S.A.” (s. 173). Należy też zauważyć, iż Doktorant opracował nowe kryterium oceny jakości modeli systemów (nie mylić z nowym pojęciem w literaturze), które nazwano krzepkością, łączącą równowagowo efektywność i skuteczność (wzór 3.9, s. 71), jako kryteria oceny dopasowania uzyskiwanych modeli do systemu Rynku Dnia Następnego i tym samym odpowiednich metamodeli.

## **Wniosek końcowy**

Recenzowana rozprawa doktorska mgr Radosława Marłęgi pt. „Identyfikacja i metaidentyfikacja systemu zarządzania Towarową Giełdą Energii Elektrycznej” stanowi dojrzałą zarówno w przyjętej treści, jak i zastosowanej metodyce pracę naukową. Jej charakter wyznacza studium teoretyczno-badawcze o oryginalnym charakterze.

Uważam, że praca doktorska mgr Radosława Marłęgi pt. „Identyfikacja i metaidentyfikacja systemu zarządzania Towarową Giełdą Energii Elektrycznej”, napisana pod kierunkiem naukowym Profesora Jerzego Tchórzewskiego oraz promotora pomocniczego dr hab. inż. Arkadiusza Jurczuka spełnia wymogi stawiane dysertacjom doktorskim przez Ustawę o stopniach naukowych i tytule naukowym oraz o stopniach i tytule w zakresie sztuki z dnia 14 marca 2003r. (Dz. U. z 2017r., poz. 1789) w zw. z art. 179 ust. 2 ustawy dnia 3 lipca 2018 r. – Przepisy wprowadzające ustawę – Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz. U. 2018, poz 1669) i z tego względu **wnioskuję o dopuszczenie Pana mgr Radosława Marłęgę do dalszych etapów przewodu doktorskiego, w tym do publicznej obrony przedłożonej dysertacji doktorskiej.**

Równocześnie z wnioskiem o dopuszczenie rozprawy doktorskiej mgr Radosława Marłęgi pt. „Identyfikacja i metaidentyfikacja systemu zarządzania Towarową Giełdą Energii Elektrycznej” do publicznej obrony **wnioskuję do Rady Naukowej Wydziału Inżynierii Zarządzania Politechniki Białostockiej o wyróżnienie tej rozprawy doktorskiej.**

Prof. dr hab. Konrad Raczkowski

